

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
-  BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



TFW

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Confirmation No.:

Kenichi MORIMOTO

Art Unit:

S. N. 10/737,393

Examiner:

International Application:

Filed: December 16, 2003

International filing date:

For: MASK BLANK FOR CHARGED PARTICLE BEAM EXPOSURE, METHOD OF FORMING
MASK BLANK AND MASK FOR CHARGED PARTICLE BEAM EXPOSURE

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT(S)

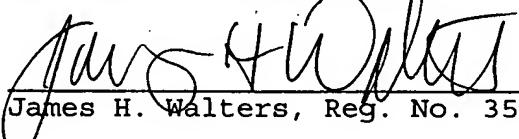
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Enclosed herewith is transmitted a certified copy of the priority
document(s) in this application to complete the priority claim.

Please contact applicant's attorney at 503-224-0115 if there are
any questions.

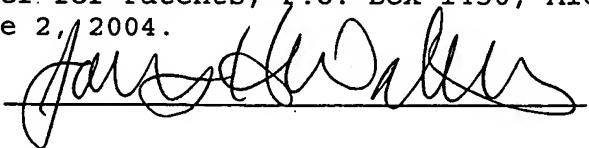
Respectfully submitted,


James H. Walters, Reg. No. 35,731

Customer number 802
DELLETT AND WALTERS
P.O. Box 2786
Portland, Oregon 97208-2786 US
(503) 224-0115
DOCKET: A-468

Certificate of Mailing

I hereby certify that this correspondence is being deposited as
first class mail with the United States Postal Service in an envelope
addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria,
VA 22313-1450, on this June 2, 2004.



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月16日
Date of Application:

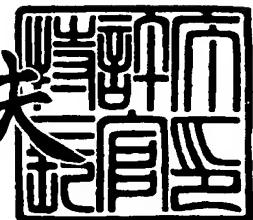
出願番号 特願2002-363726
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-363726]

出願人 大日本印刷株式会社
Applicant(s):

2004年 1月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 P021896
【提出日】 平成14年12月16日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/027
G03F 1/16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

【氏名】 森本 健一

【特許出願人】

【識別番号】 000002897

【氏名又は名称】 大日本印刷株式会社

【代理人】

【識別番号】 100111659

【弁理士】

【氏名又は名称】 金山 聰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013055

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9808512

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 荷電粒子線露光用マスクブランクス、荷電粒子線露光用マスクブランクスおよびマスクの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコン酸化膜を介してシリコン薄膜層とシリコンとを表裏に有する S O I 基板を用いた荷電粒子線露光用マスクブランクスにおいて、露光領域となる前記 S O I 基板の裏面側のシリコンを除去して開口部が形成されており、該開口部のシリコン酸化膜が除去され、該開口部に低応力のエッチング停止層が設けられていることを特徴とする荷電粒子線露光用マスクブランクス。

【請求項 2】 前記エッチング停止層が C r 、 T i 、 T a 、 M o 、 W 、 Z r 、およびこれらの金属の窒化物、酸化物、酸窒化物のうちのいずれか 1 種から構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線露光用マスクブランクス。

【請求項 3】 前記荷電粒子線露光用マスクブランクスの表面側のシリコン薄膜層上に C r 、 T i 、 T a 、 M o 、 W 、 Z r 、およびこれらの金属の酸化物、窒化物、酸窒化物のなかのいずれか 1 種からなるハードマスク層が設けられていることを特徴とする請求項 1 もしくは 2 に記載の荷電粒子線露光用マスクブランクス。

【請求項 4】 前記エッチング停止層と前記ハードマスク層が同じ材料で形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の荷電粒子線露光用マスクブランクス。

【請求項 5】 シリコン酸化膜を介してシリコン薄膜層とシリコンとを表裏に有する S O I 基板を用いた荷電粒子線露光用マスクブランクスの製造方法において、順に、

前記 S O I 基板の露光領域となる裏面側のシリコンを除去して開口部を形成する工程と、

該開口部に露出したシリコン酸化膜を除去する工程と、

該開口部にエッチング停止層を形成する工程と、を有することを特徴とする荷電粒子線露光用マスクブランクスの製造方法。

【請求項6】 前記S O I基板の表面側のシリコン薄膜層上にハードマスク層を設ける工程を含むことを特徴とする請求項5に記載の荷電粒子線露光用マスクブランクスの製造方法。

【請求項7】 シリコン酸化膜を介してシリコン薄膜層とシリコンとを表裏に有するS O I基板を用いた荷電粒子線露光用マスクの製造方法において、順に

前記S O I基板の露光領域となる裏面側のシリコンを除去して開口部を形成する工程と、

該開口部に露出したシリコン酸化膜を除去する工程と、

該開口部にエッチング停止層を形成する工程と、

前記S O I基板の表面側のシリコン薄膜層をパターンエッチングしてマスクパターンを形成する工程と、

前記エッチング停止層を除去する工程と、を有することを特徴とする荷電粒子線露光用マスクの製造方法。

【請求項8】 前記S O I基板の表面側のシリコン薄膜層をエッチングするに際し、

前記シリコン薄膜層上にハードマスク層を形成し、該ハードマスク層をパターンエッチングし、次に、前記シリコン薄膜層をパターンエッチングしてマスクパターンを形成する工程と、

前記マスクパターン形成後に前記パターン化したハードマスク層を除去する工程と、を含むことを特徴とする請求項7に記載の荷電粒子線露光用マスクの製造方法。

【請求項9】 前記エッチング停止層と前記パターン化したハードマスク層を同時に除去することを特徴とする請求項8に記載の荷電粒子線露光用マスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体デバイス等の製造におけるリソグラフィ用マスクブランクス

およびマスクの製造方法に関し、さらに詳しくは、電子線やイオンビーム等の荷電粒子線を用いてマスクパターンをウェハ上に転写するマスク作成用のマスクブランクスの構造、荷電粒子線露光用マスクブランクスおよびそのマスクの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体集積回路の素子の微細化、高集積化に伴い、光を用いる従来のフォトリソグラフィ技術に代わって、荷電粒子線、特に電子線を用いて所望の形状をウェハ上に転写する電子線転写型リソグラフィ技術が開発され、最近では、高スループット化が可能なEPL (Electron-beam Projection Lithography) 法として開発が進められている。例えば、電子線転写型リソグラフィ技術として、マスクパターンを小領域に分け、各小領域毎に所定のサイズ、配置にて形成された貫通孔パターンを形成したステンシルマスクを用意し、前記小領域に電子ビームを照射し、貫通孔パターンによって成形された電子ビームを被露光基板であるウェハ上に縮小転写する技術が記載されており、マスク上に分割形成された所定パターンを被露光基板上にてつなぎ合わせながらデバイスパターンを形成するシステムが開発されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

上記の電子線転写型リソグラフィに使われるステンシルマスクは、シリコン薄膜に電子線を透過する貫通孔を設け、パターン領域を裏側からストラット (strut) と称する支柱で分割し補強することにより、パターン領域の撓みを低減し、パターン位置精度の向上を図っている。ステンシルマスクの代表的な製造方法を図5に示して説明する。

【0004】

図5(a)に示すように、ステンシルマスク用基板としては、シリコンとシリコンの間にシリコン酸化膜を有する構造のSOI (Silicon On Insulator) 基板51が主に用いられている。SOI基板51は既にLSI用半導体回路基板として実績があり、パターンを形成する上部のシリコン薄膜層

(シリコン・メンブレンと呼ばれる) 5 2 の品質は、無欠陥である点、および膜厚均一性の点で信頼性が高い。S O I 基板 5 1 は、シリコン酸化膜 5 3 を介して 2 枚のシリコン結晶基板を張り合わせた構造を有し、マスクブランクスおよびマスクの支持体(ストラット)部分となる支持体シリコン 5 4 の厚さは数 100 μ m、マスクパターンを作製するシリコン薄膜層 5 2 は数 μ m の厚さを有し、マスクブランクスおよびマスク製造時のエッチング停止層として機能するシリコン酸化膜 5 3 は約 1 μ m 程度の厚さで設けられている。

次に、上記の S O I 基板 5 1 のマスクパターンを形成するシリコン薄膜層 5 2 上に、シリコンエッチング時のマスキング材として Cr 等をスパッタリングしハードマスク層 5 5 を形成する(図 5 (b))。

【0005】

続いて、基板の裏面側にフォトレジスト等により露光領域に開口部を形成するためのエッチングの保護膜を設け、所定の方法により基板の裏面側から、シリコン酸化膜 5 3 をエッチング停止層として、シリコンをドライエッチングして開口部 5 6 を形成した後、レジストを剥離し、マスクブランクス 5 8 を形成する(図 5 (c))。

【0006】

次に、表面側のハードマスク層 5 5 上に電子線レジストを塗布し、電子線露光装置で所定のパターンを露光し、現像し、露出したハードマスク層 5 5 をエッチングしてパターン化したハードマスク層 5 9 を形成し、電子線レジストを除去した後、露出したシリコン薄膜層をドライエッチングして電子線透過孔 6 0 を設け、マスクパターン 6 1 を形成する(図 5 (d))。

次に、パターン化したハードマスク層 5 9 をエッチング除去し、次いで開口部 5 6 のエッチング停止層 5 3 のシリコン酸化膜をエッチング除去して、ステンシルマスク 6 3 を形成する(図 5 (e))。

【0007】

なお、場合によっては、残存シリコン酸化膜 6 2 の圧縮応力によるマスクパターン 6 1 層の変形を避けるため、予め S O I 基板 5 1 の表面シリコン薄膜層 5 2 にボロン等をドープして引張り応力を持たせることも実施されている。

【0008】

しかしながら、上記の従来の製造法によると、裏面側のシリコンをドライエッチングして開口部56を形成した図5(c)の段階で、裏面のシリコンが除去されたことにより、中間にあるシリコン酸化膜53の300MPa程の圧縮応力により、シリコン・メンブレンが変形し、図6に示すように20μm程度の撓みを生じ、この撓みを生じたままのブランクス58を用いてマスクを作製すると、所望のLSI等のパターンが大きな位置ずれを起こしてしまうという問題があった。

【0009】

また、上記の製造方法とは別に、マスク材料として圧縮応力の大きいシリコン酸化膜を用いているSOI基板をまったく使わない製造方法が提案されている（例えば、非特許文献1参照）。この製造方法は、シリコン結晶の上にエッチング停止層をスパッタリングで設け、さらにその上にシリコン薄膜層をスパッタリング成膜し、マスク用材料基板とする方法である。

【0010】

しかしながら、SOI基板を用いない上記の方法では、マスクおよびマスクブランクスにおいて最も高い品質特性が求められるパターンを形成するシリコン薄膜層をスパッタリング法により2μm程度の厚い膜を成膜するために、成膜されたシリコン薄膜層はアモルファス状態となり、SOI基板の結晶シリコンと異なり、上記の方法によるアモルファシリコン薄膜層は膜も緻密ではなく、シリコンの異常粒子等が生じることによる欠陥等が存在し、無欠陥で均一膜厚の薄膜シリコン層を成膜することは困難であり、この製造方法によるマスクブランクスを用いても高品質マスクを得るのが難しいという問題があった。

【0011】

【特許文献1】

特許第2829942号公報

【非特許文献1】

Abstracts of The 46th International Conference on Electron, Ion and P

h o t o n B e a m T e c h n o l o g y a n d N a n o f a b r i c a t i o n, p 4 0 1, “F a b r i c a t i o n o f c o m p l e t e 8” s t e n c i l m a s k f o r e l e c t r o n p r o j e c t i o n l i t h o g r a p h y”

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明はこのような問題点を解消するためになされたものである。その目的は、シリコン薄膜層の品質に優れたS O I 基板を用いながら、中間シリコン酸化膜の応力による変形を取り除いた荷電粒子線露光用マスクブランクスと、その荷電粒子線露光用マスクブランクスおよびマスクの製造方法を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、請求項1の発明に係わる荷電粒子線露光用マスクブランクスは、シリコン酸化膜を介してシリコン薄膜層とシリコンとを表裏に有するS O I 基板を用いた荷電粒子線露光用マスクブランクスにおいて、露光領域となる前記S O I 基板の裏面側のシリコンを除去して開口部が形成されており、該開口部のシリコン酸化膜が除去され、該開口部に低応力のエッチング停止層が設けられているようにしたものである。

【0014】

請求項2の発明に係わる荷電粒子線露光用マスクブランクスは、前記エッチング停止層がC r、T i、T a、M o、W、Z r、およびこれらの金属の窒化物、酸化物、酸窒化物のうちのいずれか1種から構成されているようにしたものである。

【0015】

請求項3の発明に係わる荷電粒子線露光用マスクブランクスは、前記荷電粒子線露光用マスクブランクスの表面側のシリコン薄膜層上にC r、T i、T a、M o、W、Z r、およびこれらの金属の酸化物、窒化物、酸窒化物のなかのいずれか1種からなるハードマスク層が設けられているようにしたものである。

【0016】

請求項4の発明に係わる荷電粒子線露光用マスクブランクスは、前記エッティング停止層と前記ハードマスク層が同じ材料で形成されているようにしたものである。

【0017】

請求項5の発明に係わる荷電粒子線露光用マスクブランクスの製造方法は、シリコン酸化膜を介してシリコン薄膜層とシリコンとを表裏に有するSOI基板を用いた荷電粒子線露光用マスクブランクスの製造方法において、順に、前記SOI基板の露光領域となる裏面側のシリコンを除去して開口部を形成する工程と、

該開口部に露出したシリコン酸化膜を除去する工程と、該開口部にエッティング停止層を形成する工程と、を有するようにしたものである。

【0018】

請求項6の発明に係わる荷電粒子線露光用マスクブランクスの製造方法は、前記SOI基板の表面側のシリコン薄膜層上にハードマスク層を設ける工程を含むようにしたものである。

【0019】

請求項7の発明に係わる荷電粒子線露光用マスクの製造方法は、シリコン酸化膜を介してシリコン薄膜層とシリコンとを表裏に有するSOI基板を用いた荷電粒子線露光用マスクの製造方法において、順に、前記SOI基板の露光領域となる裏面側のシリコンを除去して開口部を形成する工程と、該開口部に露出したシリコン酸化膜を除去する工程と、該開口部にエッティング停止層を形成する工程と、前記SOI基板の表面側のシリコン薄膜層をパターンエッティングしてマスクパターンを形成する工程と、前記エッティング停止層を除去する工程と、を有するようにしたものである。

【0020】

請求項8の発明に係わる荷電粒子線露光用マスクの製造方法は、前記SOI基板の表面側のシリコン薄膜層をエッティングするに際し、前記シリコン薄膜層上にハードマスク層を形成し、該ハードマスク層をパターンエッティングし、次に、前記シリコン薄膜層をパターンエッティングしてマスクパターンを形成する工程と、

前記マスクパターン形成後に前記パターン化したハードマスク層を除去する工程と、を含むようにしたものである。

【0021】

請求項 9 の発明に係わる荷電粒子線露光用マスクの製造方法は、前記エッティング停止層と前記パターン化したハードマスク層を同時に除去するようにしたものである。

【0022】

【作用】

本発明の荷電粒子線露光用マスクブランクスおよびマスクの製造方法によれば、無欠陥で、膜厚均一性が良い高品質の S O I 基板を用いながら、S O I 基板の裏面加工において中間のシリコン酸化膜までシリコンをエッティングした後、開口部に存在する応力の高いシリコン酸化膜を除去し、代わりに前記の開口部に、内部応力の低いエッティング停止層を新たに設けて応力制御を行ない、シリコン薄膜層（シリコン・メンムブレン）が変形しないように内部応力の調整をしたブランクスを形成する。このブランクスを用いてマスクを作製することにより、エッティング停止層の内部応力に起因するパターン位置ずれを低減し、品質に優れ、高い位置精度のパターンを有する荷電粒子線露光用マスクを得ることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、荷電粒子線露光の中で実用化が近い電子線露光を例に、電子線露光用マスクブランクスとその製造方法、および電子線露光用マスクの製造方法について、図面を参照して説明する。

(荷電粒子線露光用マスクブランクス)

図 1 は、電子線転写型リソグラフィに使われるステンシルマスクに用いる本発明の電子線露光用マスクブランクスの一実施形態を模式的に示す部分縦断面図である。図 1 において、電子線露光用マスクブランクス 1 は、シリコンよりなる支持体 4 と、シリコン酸化膜 3 を介して支持体シリコン 4 に接合しているパターンを形成する部分である表面側のシリコン薄膜層 2 と、そのシリコン薄膜層 2 の上に設けられたハードマスク層 5 と、露光領域となる S O I 基板の裏面側のシリコ

ンがシリコン酸化膜3のところまで除去されて開口部6が形成されており、該開口部6のシリコン酸化膜が除去され、該開口部に低応力のエッティング停止層7が設けられている構造をしているものである。

【0024】

本発明で用いるマスク材料としてのS O I基板は、シリコン酸化膜3を介して表裏に単結晶シリコン薄膜層2と単結晶の支持体シリコン4を有する各種のS O I基板を用いることができる。例えば、シリコンウェハ上に熱酸化でシリコン酸化膜を形成し、その上にシリコンウェハを貼り合せて研磨した基板、あるいはエピタキシャルシリコンを用いるELTRAN (Epitaxial Layer Transfer) 基板、あるいは酸素イオン注入によるSIMOX (Separation by Implanted Oxygen) 基板等が用いられる。S O I基板の裏面側の支持体シリコン4厚さは、 $500\sim725\mu\text{m}$ 、シリコン酸化膜3の厚さは $0.2\sim1\mu\text{m}$ 程度、表面のシリコン薄膜層2の厚さは $1\mu\text{m}\sim\text{数}\mu\text{m}$ であり、S O I基板の大きさを含めて上記の値は、露光装置や用いられるマスク形態によって異なってくる。

【0025】

本発明で用いるエッティング停止層7は表面のシリコン薄膜層2のドライエッティング時にエッティング停止層として機能し、エッティング停止層7形成後の内部応力が低い材料が用いられ、Cr、Ti、Ta、Mo、W、Zr、およびこれらの金属の窒化物、酸化物、酸窒化物のうちのいずれか1種から構成されているものである。

シリコン薄膜層(シリコン・メンブレン)2が変形しないようなエッティング停止層7の内部応力は、 $-10\text{ MPa}\sim+10\text{ MPa}$ の範囲にあることが好ましい。 $-$ (マイナス)は圧縮応力を、 $+$ (プラス)は引張り応力をそれぞれ示すものである。

エッティング停止層7の厚さは $100\text{ nm}\sim1\mu\text{m}$ 程度であり、スパッタリング法やCVD法で、応力を制御しながら成膜して形成することができる。図1では、エッティング停止層7は開口部6と支持体シリコン4の下部に形成されているが、成膜方法によっては、図2に示す本発明のマスクブランクスの別な実施形態の

部分断面図に示すように、支持体シリコン4の側面部にも成膜されることもあるが、マスクブランクスの特性およびマスク製造工程には何の支障もない。

【0026】

また、本発明の電子線露光用マスクブランクスにおいては、ハードマスク層5とエッチング停止層7が同じ材料で形成されていてもよく、ハードマスク層5とエッチング停止層7は、ともにマスク製造工程の最後にエッチング除去されるので、成膜設備、エッチング設備の削減、および1回のエッチング工程で除去できるという工程短縮の点から、同じ材料で形成するのが好ましい。

【0027】

本発明のマスクブランクス1の表面側のシリコン薄膜層5上に設けるハードマスク層5としては、Cr、Ti、Ta、Mo、W、Zr、およびこれらの金属の酸化物、窒化物、酸窒化物のなかのいずれか1種からなる材料を、数100nmの厚さにスパッタリング等の真空成膜方法で設けた薄膜が用いられる。

【0028】

図2は、本発明の電子線露光用マスクブランクスの別な実施形態を示す部分断面図である。図2に示す実施形態では、マスクブランクス21の表面側のシリコン薄膜層22上にハードマスク層が設けられていない構成である。シリコン薄膜層22の上に直接電子線レジスト層を設けてレジストパターンを形成し、シリコン薄膜層22をパターンエッティングすることができる。

しかし、前述のように、より微細なパターンエッティングをする場合には、シリコン薄膜層上にハードマスク層を設けた図1に示す実施形態とすることが好ましい。

【0029】

(荷電粒子線露光用マスクブランクスおよびマスクの製造方法)

図3およびそれに続く図4は、図1に示した本発明の実施形態の一例に関する電子線露光用マスクブランクスおよびマスクの製造方法を示す工程図である。

図3(a)に示すように、SOI基板31を準備する。SOI基板としては市販の基板が適用でき、SOI基板31の表面のシリコン薄膜層32の厚さは $1\mu m$ ～数 μm 、裏面側の支持体シリコン34の厚さは $500\sim725\mu m$ 、シリコ

ン酸化膜33の厚さは0.2~1μ程度である。

【0030】

次に、シリコン薄膜層32上にハードマスク層35を形成する（図3（b））。ハードマスク層の材料としては、Cr、Ti、Ta、Mo、W、Zr、およびこれらの金属の酸化物、窒化物、酸窒化物のなかのいずれか1種からなる材料を、数100nmの厚さにスパッタリング等の方法で真空成膜して設ける。このハードマスク層35は必ずしも必要ではなく、ハードマスクを形成せずに電子線露光用マスクブランクスを作製し、マスク作製時に直接にシリコン薄膜層32上に電子線レジストを塗布し、レジストパターンをもとにシリコン薄膜層32をエッチングする工程も可能である。しかし、微細なパターンエッチングをする場合には、ドライエッチング耐性を高めるために、ハードマスク層35を設けるのが好ましい。

【0031】

次いで、開口部形成のために、裏面側の支持体シリコン34をドライエッチングして開口部のシリコンを除去する。ドライエッチング時のエッチングマスク材料としては、ドライエッチング耐性のあるノボラック系樹脂を用いたフォトレジストを厚く塗布し、露光、現像して所定のレジスト開口部を設けてもよいし、シリコンとのエッチング選択比がとれる酸化シリコン、窒化シリコン等のシリコン系薄膜や、Ti、W等の金属薄膜を予め成膜し、フォトエッチング法でパターン化してエッチングマスクとして用いてもよい（図示せず）。形成したエッチングマスクをもとに、支持体シリコン34をドライエッチングし、シリコン酸化膜33をエッチング停止層として開口部36を形成した後、エッチングマスクを除去する（図3（c））。

シリコンの深堀りドライエッチングは、通常市販されているICP-RIE装置等を用いることができ、プロセスガスとしては、SF₆、CF₄、C₂F₆、C₄F₈等のフッ素系ガス等を用い、例えば、SF₆ガスとC₄F₈ガスとを交互に供給しながら高密度プラズマでドライエッチングを行なういわゆるボッシュ（BOSCH）プロセスにより行なうことができる。また、エッチング速度を速めるために、マスク材に影響しない範囲内で酸素や窒素を微量に混合することも可

能である。

【0032】

次に、開口部36に露出している部分のシリコン酸化膜33を緩衝フッ酸等を用いてエッチングし除去する（図3（d））。

【0033】

次いで、開口部36に新たに内部応力の低いエッチング停止層39を設け、マスクブランクス40を得る（図3（e））。エッチング停止層39は表面のシリコン薄膜層32のドライエッチング時にエッチング停止層として機能し、成膜形成後の内部応力が低い材料が用いられ、Cr、Ti、Ta、Mo、W、Zr、およびこれらの金属の窒化物、酸化物、酸窒化物のうちのいずれか1種から構成されているものである。エッチング停止層39の厚さは100nm～500nm程度であり、スパッタリング法やCVD法で、応力を制御しながら成膜することができる。

エッチング停止層39は開口部36に成膜されるのと同時に支持体シリコン37の下部にも成膜形成され、また、成膜方法によっては、支持体シリコン37の側面部にも成膜されることもあるが、マスクブランクス40の特性およびマスク製造工程には何の支障もなく、後のマスク製造工程で除去されるものである。

なお、本発明の荷電粒子線露光用マスクの製造方法において、開口部のシリコン酸化膜を除去したままの状態（図3（d））で、エッチング停止層を設げずに表面側のシリコン薄膜層32をドライエッチングすると、エッチング停止層が無いために、先に貫通した電子線透過孔からエッチングガスが漏れ、望まない部分までをエッチングしてしまうという問題が生じるので、エッチング停止層39はマスクの製造過程で必要である。

【0034】

次に、上記のマスクブランクス40上に電子線レジストを塗布し、マスク用電子線露光装置で所定のパターンを露光し、現像して、レジストパターンを形成した後、先ずハードマスク35をエッチングして、ハードマスクパターン41を形成するが、エッチング条件は、ハードマスク材料により異なる。次いで、レジストパターンを剥膜後、露出しているシリコン薄膜層をドライエッチングし、電子

線透過孔43を設けたマスクパターン42を形成する（図4（f））。マスクパターン42を形成するシリコン薄膜層のドライエッティングは、高精度のトレンチエッティングが求められ、例えば、HBr系ガス等によるプラズマエッティングが用いられる。

【0035】

次に、ハードマスクパターン41をエッティング除去し、次いで開口部および支持体下部のエッティング停止層39をエッティング除去して、電子線透過孔43を有するマスクパターン42を設けたステンシルマスク44を形成する（図4（g））。

【0036】

【実施例】

8インチのSOI基板を準備した。表面側のシリコン薄膜層の膜厚は $2\text{ }\mu\text{m}$ 、中間のシリコン酸化膜は $1\text{ }\mu\text{m}$ 、裏面側の支持体シリコンは $725\text{ }\mu\text{m}$ であった。また、シリコン薄膜層のボロン・ドープ量は $2 \times 10^{19}\text{ atoms/cm}^3$ であった。

上記のSOI基板のシリコン薄膜層上にCrを 200 nm の厚さにスパッタリングし、ハードマスク層とした。

【0037】

次に、裏面の支持体シリコン上にノボラック系樹脂を用いたフォトレジストを $15\text{ }\mu\text{m}$ の厚さに塗布し、開口部パターンを有するフォトマスクを用いて露光し、現像して、レジストパターンを形成した。開口部パターンは、開口部の1単位が $1.13 \times 1.13\text{ mm}$ 、支持体シリコン（ストラット）となる開口部間の幅は $170\text{ }\mu\text{m}$ であって、開口部は複数単位が設けられたものであった。

【0038】

続いて、上記のレジストパターンをもとに、ICP-RIEエッティング装置でSF₆ガスとC₄F₈ガスを交互に供給するボッシュプロセスを用いて、裏面側のシリコンを $725\text{ }\mu\text{m}$ の深さにドライエッティングし、開口部を形成した後、レジストパターンを専用の剥離液で除去した。

【0039】

次に、開口部に露出したシリコン酸化膜を緩衝フッ酸（フッ酸：フッ化アンモニウム=1：10）を用いてエッチング除去した。

【0040】

次に、開口部に低応力のCrを300nmの厚さにスパッタリング成膜し、エッチング停止層とすることにより、マスクブランクスを形成した。

【0041】

上記のマスクブランクス上に電子線レジストを塗布し、マスク用電子線露光装置で所定のパターンを露光し、現像して、260nmのライン&スペースのレジストパターンを形成した。このレジストパターンをもとに、ハードマスク層のCrをドライエッチングしてハードマスクパターンを形成した後、レジストパターンを剥膜し、次いで、Crのハードマスクパターンをもとに、露出しているシリコン薄膜層をHBrガスを用いてドライエッチングし、電子線透過孔を設けたマスクパターンを形成した。マスクパターンは260nmのライン&スペースであった。

【0042】

次に、ハードマスク層のCrとエッチング停止層のCrを、硝酸第2セリウムアンモニウム系エッチング液で同時にエッチング除去し、電子線露光用マスクとしてのステンシルマスクを形成した。

本実施例のステンシルマスクは、マスク裏面の開口部が1：13×1.13mm、支持体シリコン（ストラット）は170μm幅で高さ725μm、結晶シリコンよりなるマスクパターンは2μm厚で260nmのライン&スペースが形成されているマスクであった。構造上は従来のマスクと同じであるが、低応力のエッチング停止層を用いたマスクブランクスから製造されているので、パターンの位置ずれの無い高精度マスクが得られた。

【0043】

【発明の効果】

本発明の荷電粒子線露光用マスクブランクスおよびマスクの製造方法によれば、無欠陥で、膜厚均一性が良い高品質のSOI基板を用いながら、LSIパターン等の位置ずれの無い、品質に優れ、高い位置精度のパターンを有する荷電粒子

線露光用マスクブランクスおよびマスクを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の電子線露光用マスクブランクスの一実施形態を示す部分断面図

【図 2】 本発明の電子線露光用マスクブランクスの別の実施形態を示す部分断面図

【図 3】 本発明の実施形態の一例に関わる電子線露光用マスクブランクスおよびマスクの製造方法を示す工程図

【図 4】 図 3 に続く本発明の電子線露光用マスクブランクスおよびマスクの製造方法を示す工程図

【図 5】 従来の電子線露光用マスクブランクスおよびマスクの製造方法を示す工程図

【図 6】 従来の電子線露光用マスクブランクスにおけるシリコン・メンブレンの撓みの説明図

【符号の説明】

1、21、40 電子線露光用マスクブランクス

2、22、32 シリコン薄膜層

3、23、38 シリコン酸化膜

4、24、37 支持体シリコン（ストラット）

5、35 ハードマスク層

6、26、36 開口部

7、27、39 エッチング停止層

31 SOI基板

33 シリコン酸化膜

34 支持体シリコン

41 パターン化したハードマスク層

42 マスクパターン

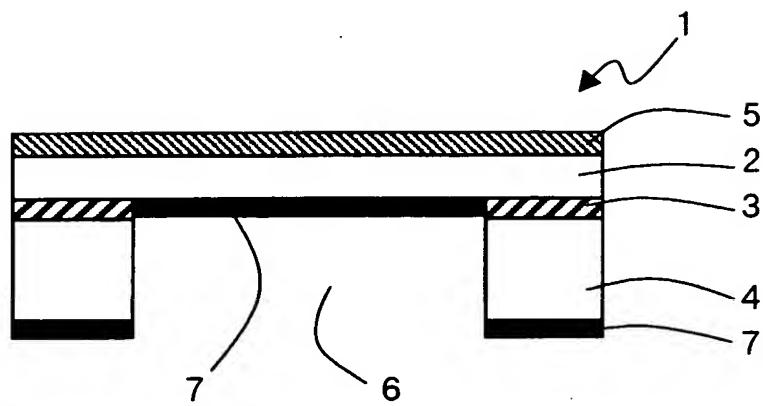
43 電子線透過孔

44 電子線露光用マスク（ステンシルマスク）

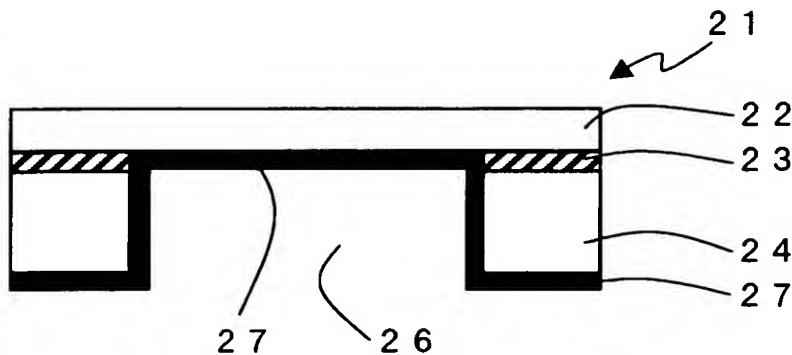
- 5 1 S O I 基板
- 5 2 シリコン薄膜層
- 5 3 シリコン酸化膜
- 5 4 支持体シリコン
- 5 5 ハードマスク層
- 5 6 開口部
- 5 7 支持体シリコン（ストラット）
- 5 8 マスクブランクス
- 5 9 パターン化したハードマスク層
- 6 0 電子線透過孔
- 6 1 マスクパターン
- 6 2 シリコン酸化膜
- 6 3 電子線露光用マスク（ステンシルマスク）

【書類名】 図面

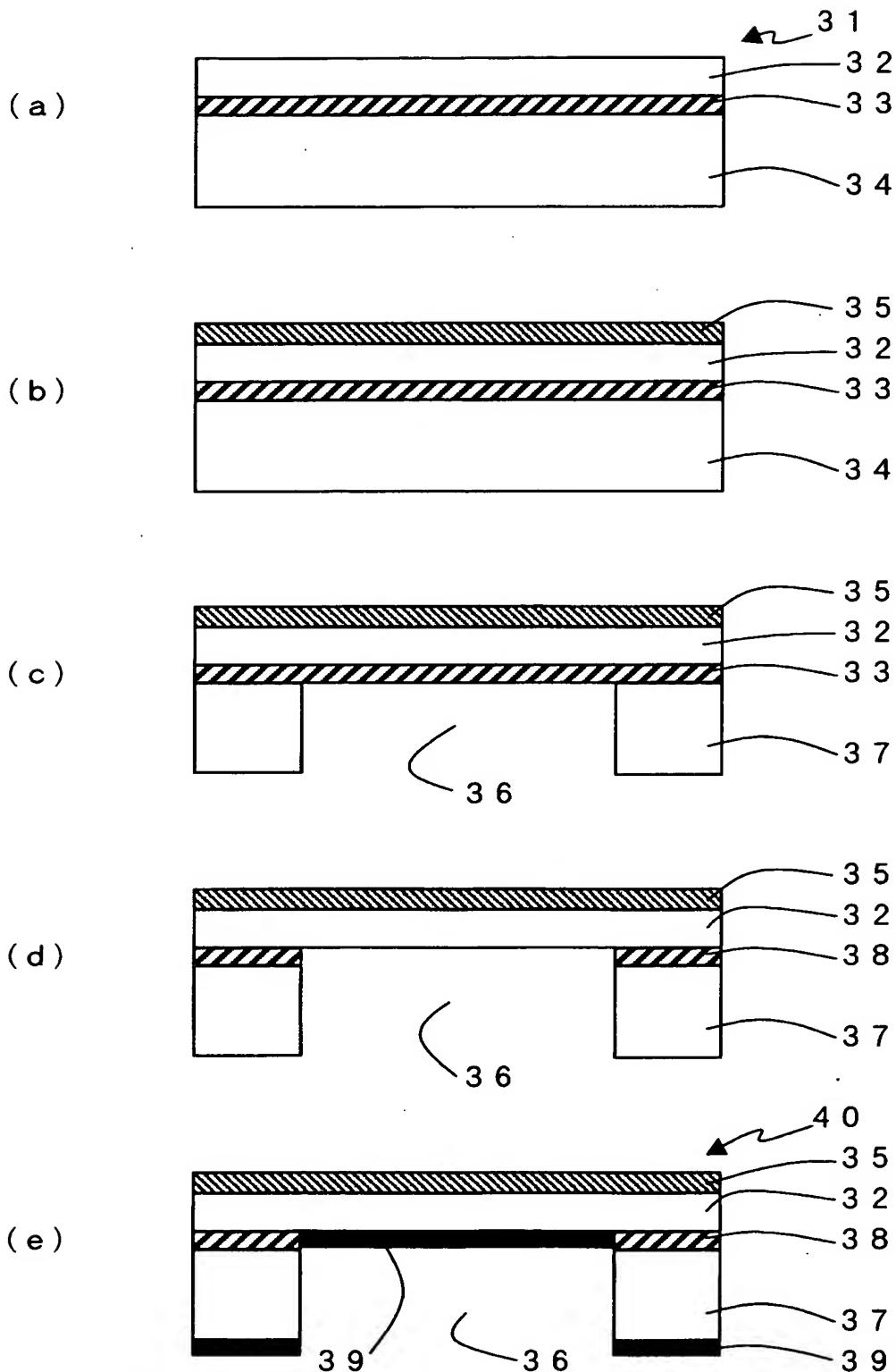
【図 1】



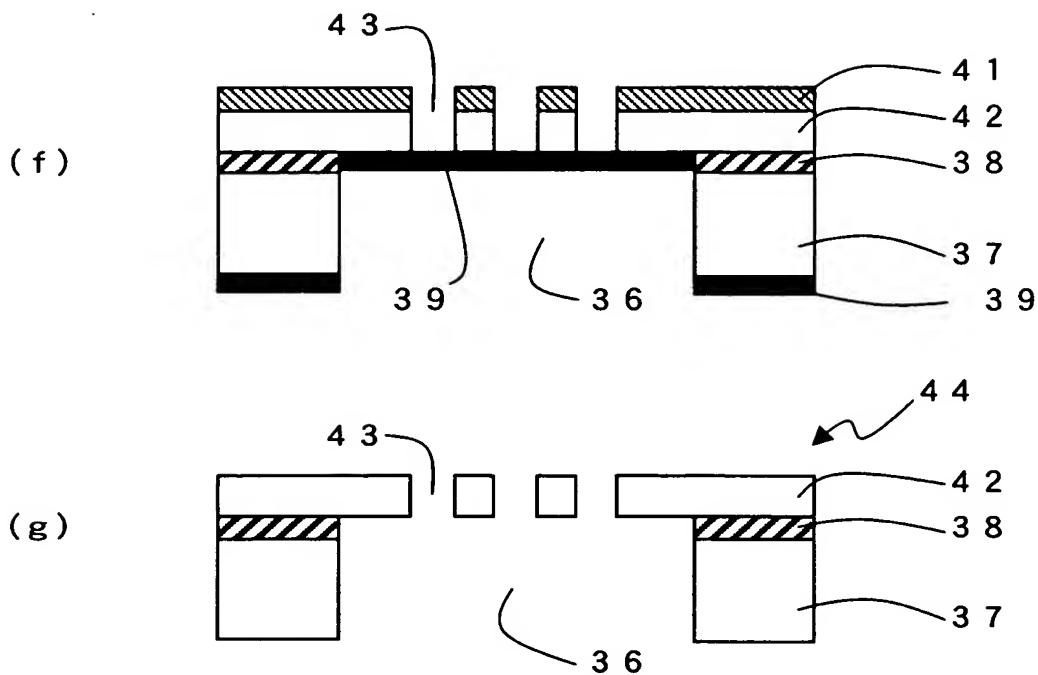
【図 2】



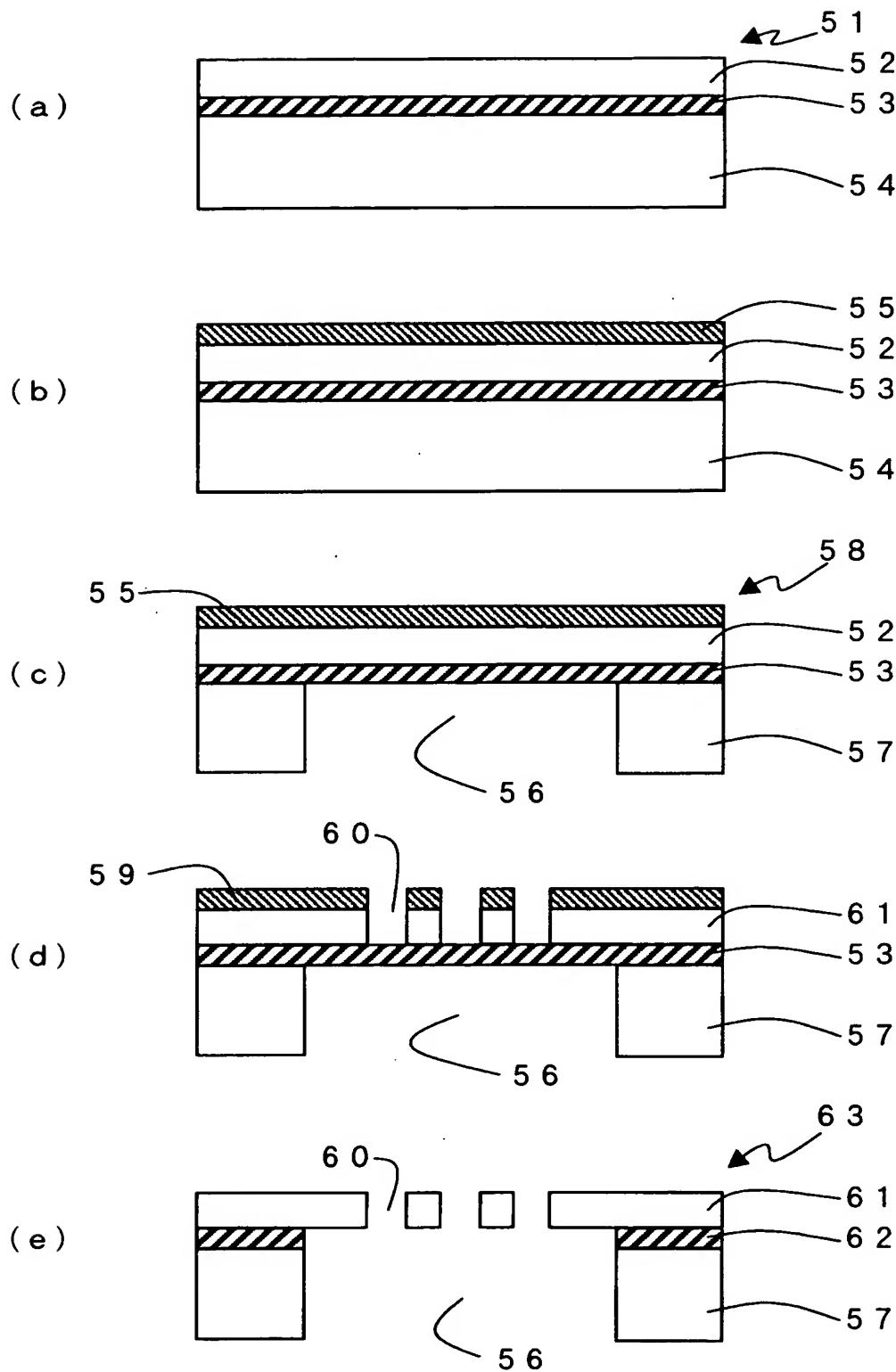
【図3】



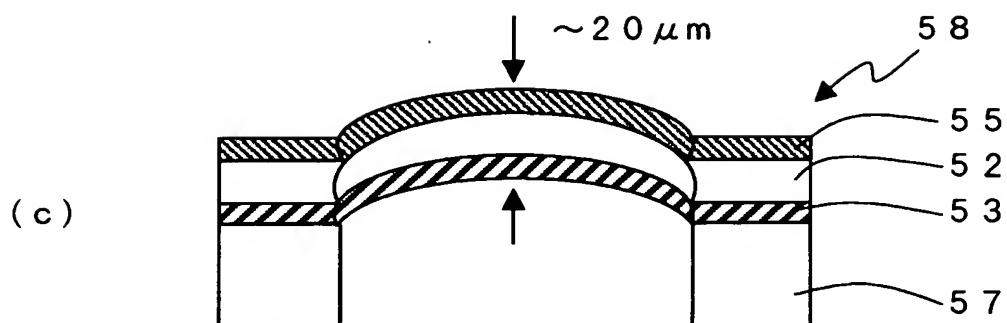
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 薄膜シリコン層の品質に優れたSOI基板を用いながら、中間シリコン酸化膜の応力による変形を取り除いた荷電粒子線露光用マスクブランクスと、その荷電粒子線露光用マスクブランクスおよびマスクの製造方法を提供する。

【解決手段】 シリコン酸化膜を介してシリコン薄膜層とシリコンとを表裏に有するSOI基板を用いた荷電粒子線露光用マスクブランクスにおいて、露光領域となる前記SOI基板の裏面側のシリコンを除去して開口部が形成されており、該開口部のシリコン酸化膜が除去され、該開口部に低応力のエッチング停止層が設けられていることを特徴とする。

【選択図】 図1

特願 2002-363726

出願人履歴情報

識別番号 [000002897]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
氏名 大日本印刷株式会社